

III-193 粘土の圧密度とせん断強度の関係

九州産業大学 工学部 正員 松尾 雄 治
 同 上 正員 石 堂 稔
 同 上 正員 濱 村 信 久

1. はじめに 粘性土は圧密進行に伴いせん断強度が増加する性質があり、軟弱地盤処理の際にはこの性質を利用した安定解析を行う場合も多い。本報は、軟弱地盤の一つである有明粘土を試料に、圧密条件(ここでは養生圧力、圧密圧力、圧密時間)が異なる場合のせん断強度を求め、圧密の進行に伴う強度増加の関係について検討した結果について報告する。

2. 試料および実験概要・条件 試料は、佐賀市近郊から攪乱採取した有明粘土で物理試験結果を表-1に示す。含水比を約120%(>液性限界)に練返し調整した試料を図-1に示す養生容器(塩ビパイプ、直径20cm、高さ25cm)の深さ20cmまで詰め、上方より圧縮空気により養生圧力($p_0=0.2, 0.4, 0.6 \text{ kgf/cm}^2$ の3段階)を載荷し約28日間養生した後トリミングしてせん断試験に用いた。せん断試験は、小型一面せん断試験機を用いたCU試験(せん断速度は 1.0mm/min)で、圧密圧力($p=0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0 \text{ kgf/cm}^2$ の5段階)を載荷し、設定した圧密時間($t=1, 2, 5, 10, 30 \text{ (min)}, 1, 2, 6, 12, 24 \text{ (hour)}$)の10段階)経過後即時せん断した。

表-1 試料の物理的性質(有明粘土)

土粒子密度	2.62 g/cm ³	粒 度	レキ分	0 %
液性限界	90.1 %		細砂分	2.0 %
塑性限界	35.1 %		シルト分	54.0 %
塑性指数	55.0		粘土分	44.0 %

3. 実験結果と考察 図-2に圧密曲線($p_0=0.4\text{kgf/cm}^2$ の場合)を示す。図中の S_{100} は、曲線定規法により得られる理論上の最終沈下量(一次圧密量)である。 S_{100} には1時間前後で達することがわかり、この傾向は他の実験ケースにおいても同様であった。圧密圧力(p)と養生圧力(p_0)との圧力比を $m (= p/p_0)$ で表す。 $m < 1.0$ は、圧密圧力(p)が養生圧力(p_0)より小さいケース(図-2では $m=0.5$)であるが、ここで生じた沈下量は、 $m > 1.0$ の場合に圧密曲線に見られる特徴(沈下曲線が上に湾曲した線を描く)が明確には現れていないことから、トリミング時に養生圧力から解放された後、圧密圧力を受けるための収縮沈下が影響していると思われる。

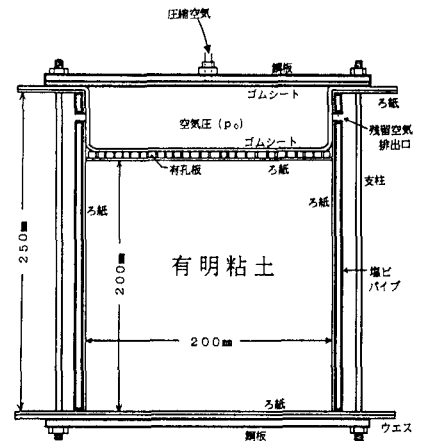


図-1 養生容器断面図

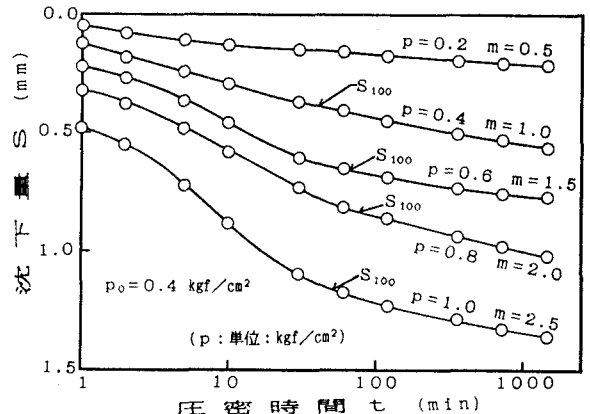


図-2 圧密沈下曲線

圧密曲線を基に圧密度の時間的推移を図-3($p_0=0.4, p=1.0 \text{ kgf/cm}^2$ の場合)の上段に示し、せん断試験結果より非排水せん断強度($\phi_u=0, \tau=C_u$, 以下、粘着力で表す)を下段に示す。粘着力はかなりバラツキを生じているが実線に示す傾向にあることがわかり、上限値を C_{max} とする。圧密度100%を過ぎてもほとんど強度増加は見られないことがわかる。破線はUU試験(養生後圧密圧力を載荷するが圧密はしない $t=0$)

の即時せん断)の平均値であり C_0 で表す。圧密による強度増加量は $\Delta C = C_{max} - C_0$ である。

圧密度の推移に伴う強度増加の割合を求め、圧密度との関係について図-4を示す。各々の圧密度に対応する粘着力の増加量(ΔC_t)の ΔC に対する百分率を縦軸(強度増加比と呼ぶ)に用いる。明らかに圧密度の進行に対して、強度増加比の進行に遅れが見られる。特に圧密初期段階においては強度増加はほとんど起こらず、その後徐々に強度が増加してくるが圧密度の進行に対しては依然として遅れが見られる。他のケースにおいてもこの傾向は同様であり、1:1ラインに一致するのは速いケースでも圧密度90%付近であった。圧密沈下の速度に比べて、粘土中の間隙水圧の減少、すなわち有効応力の増加は過剰間隙水圧の影響によりかなり遅れる傾向があり、圧密度80%付近から急激に大きくなると言われている。測定データがなく断言はできないが、有効応力の増加がそのまま直接には、せん断強度の増加へと結びつかない性質にあることも予想される。これについては、今後測定データを蓄積し、検討を行う必要がある。

強度増加量を推定する際、一般に用いられる強度増加率(C_u/p)は個々の土に対し一定であると考えられ、有明粘土($30 < I_p < 90$)は $C_u/p = 0.3 \sim 0.4$ と言われている。図-5に C_u/p と圧密度の関係を示す。 C_u/p は圧密度に対応し直線的に扱われているが、測定結果は直線とはならないことがわかる。安定性検討の際には、これらの現象を十分考慮し、施工計画の圧密度に対応する C_u/p を採用すれば、さらに精度の高い強度増加量の推定ができると言える。

4. まとめ

以上のことをまとめると、次のようになる。

- ① 強度増加は、圧密度の進行より遅れる。強度増加は圧密初期段階ではほとんど起きず、圧密がかなり進行した時に期待できる。
- ② 強度増加率(C_u/p)と圧密度の関係は直線的变化とはならない。

したがって、軟弱地盤処理の安定解析においては、これらのことを考慮した設計施工を行うべきである。

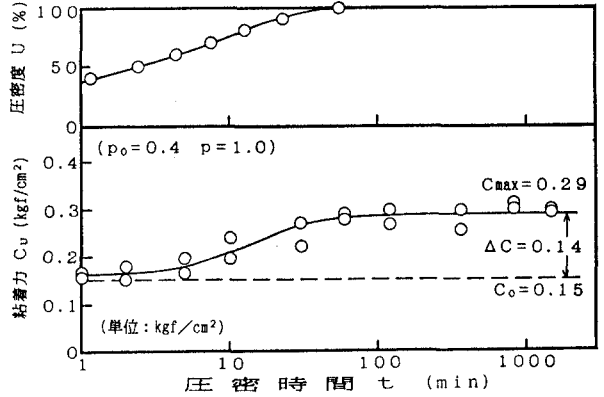


図-3 圧密時間と圧密度・粘着力の関係

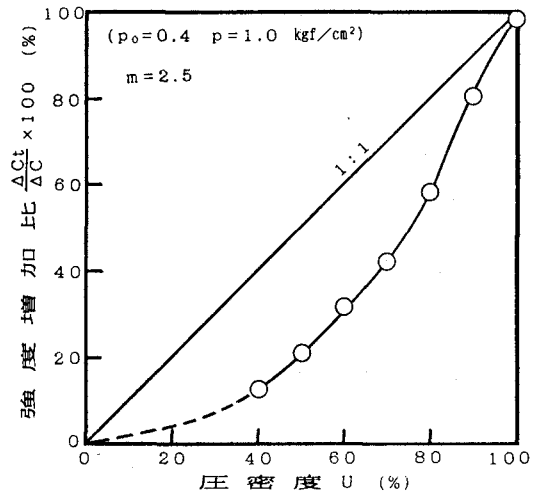


図-4 圧密度と強度増加比の関係

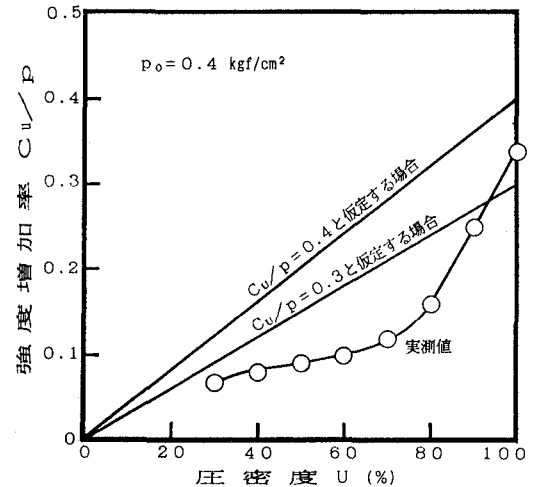


図-5 圧密度と強度増加率の関係

参考文献 1) 軟弱地盤の調査・設計・施工法(土質基礎工学ライブラリー1)

2) 有明粘土の圧密度と強度増加の関係 松尾・石堂・濱村 土木学会西部支部研究発表会(1991.3)